

Ciutat sense barreres, síntesi final



Universitat Politècnica de Catalunya

Centre de Política de Sol i Valoracions



FEBRER DE 2016



Ciutat sense barreres, síntesi final

Autor:

Rolando Biere Arenas. M. Sc. Arquitecte.

* Aquest document es una síntesi de la memòria tècnica final, de desenvolupament del projecte, Ciutat sense barreres. Eina per a l'avaluació i visualització de l'accessibilitat a l'espai públic, en base a tecnologies TLS, GIS i GPS, que es va dur a terme entre gener de 2014 i febrer de 2016, en el marc de Convocatòria de projectes RecerCaixa 2013, investigador principal del qual ha estat el Dr. Josep Roca Cladera.

Universitat Politècnica de Catalunya

Centre de Política de Sol i Valoracions

FEBRER DE 2016

Ciutat sense barreres, síntesi final

Índex de continguts

1. Antecedents	02
2. El projecte i el seu desenvolupament	02
3. Memòria i resultats	05
4. Altres qüestions	12

Ciutat sense barreres, síntesi final

1. Antecedents

Aquest document es una síntesi de la memòria tècnica final, de desenvolupament del projecte, *Ciutat sense barreres. Eina per a l'avaluació i visualització de l'accessibilitat a l'espai públic, en base a tecnologies TLS, GIS i GPS*, que es va dur a terme entre gener de 2014 i febrer de 2016, en el marc de Convocatòria de projectes RecerCaixa 2013, investigador principal del qual ha estat el Dr. Josep Roca Cladera.

El projecte s'emmarca dins l'àrea de *Discapacitat*, a la temàtica *La casa i la ciutat adaptades a les persones amb discapacitat (enfocament tecnològic, urbanístic i/o sociològic i convivencial)* i va ser un dels 26 projectes seleccionats d'entre els 362 presentats en la mencionada convocatòria, els quals van ser avaluats per diferents panells coordinats i dirigits per l'AGAUR i posteriorment seleccionats (entre els que van obtenir les màximes puntuacions) per una comissió conjunta la Caixa-ACUP

2. El projecte i el seu desenvolupament

El projecte es va fonamentar en el fet que, un dels principals objectius de tota societat hauria de ser el proporcionar un ***entorn accessible i lliure de barreres a totes les persones***, amb qualsevol tipus d'impediment físic o diversitat funcional, perquè es puguin moure amb llibertat, seguretat i sense cap tipus de molèsties o impediments, i tenint en compte que cada vegada més adquireixen importància els col·lectius de població amb discapacitats o diversitat funcional motora, així com de persones de la tercera edat.

Des d'aquesta perspectiva ***es va plantejar la necessitat de que l'oferta i els serveis existents a l'àmbit urbà, s'adaptin a aquestes noves necessitats***, però considerant també al col·lectiu amb discapacitats visuals, moltes vegades exclòs al moment de la recerca de solucions urbanes d'accessibilitat.

També es va incidir en que aquest tema no és una problemàtica exclusiva d'aquests col·lectius, sinó una problemàtica general per al conjunt de les persones, i en aquest context es van plantejar les següents premisses de partida:

- ***Incrementar la informació d'accessibilitat dels espais públics***, en base a les noves demandes, canvis demogràfics, exigències normatives o requeriments de la gent gran i amb discapacitats motores o visuals.
- ***Desenvolupar avenços tecnològics estratègics per posar en valor l'accessibilitat universal*** i la seva informació associada, com a una necessitat i un valor afegit a la ciutat.

Amb aquestes consideracions prèvies, es va plantejar treballar fent servir la ***tecnologia de l'Escàner Làser Terrestre (TLS)***, eina d'alta precisió que permet realitzar aixecaments de la realitat física de forma precisa i d'alta qualitat i obtenir informació mesurable de forma directa, així com els Sistemes d'Informació Geogràfica i el GPS. Es va plantejar la necessitat

d'integració d'aquestes tecnologies i el desenvolupament d'una metodologia integral d'avaluació de l'accessibilitat física, sota el marc del “*Disseny per a tothom*,” que permeti diagnosticar les problemàtiques de l'accessibilitat i proveir d'informació afegida del entorn físic, als usuaris.

Pel desenvolupament d'aquesta metodologia era necessària la **incorporació als models digitals 3D**, obtinguts del escàner làser terrestre, **de paràmetres de ponderació dels graus de dificultat de cada punt del terreny, del mobiliari i arbrat existent** (entre d'altres), mitjançant la identificació dels tipus d'elements i la càrrega de valors en cada cas i per a cada tipus d'usuaris detectats, com s'explicarà en detall a l'apartat 2.

Com a conseqüència d'això es va plantejar com a **objectiu principal el desenvolupament d'una eina d'avaluació del grau d'accessibilitat i de rutes òptimes en l'espai públic en matèria d'accessibilitat** i sobre tot **la seva incorporació en un sistema integral** (d'adaptació de l'entorn), amb una arquitectura de serveis distribuïts en dispositius mòbils i continguts i serveis que es puguin descarregar in situ, i també de forma remota via Web, per a usuaris amb discapacitats físiques i visuals.

Per aconseguir aquest objectiu i sobre tot el **producte bàsic, l'eina d'avaluació**, es va decidir que es treballaria en base a **dos casos d'estudi** que servien com a prototipus del treball: **la Plaça Lesseps i el Fossar de les Moreres**, però també es va plantejar una **etapa del treball de diagnòstic, aplicabilitats i especificació global**, la finalitat de la qual era el replantejament dels casos i la identificació dels més adients, que poguessin millorar els resultats finals. En aquest sentit (com ja es va informar a l'informe anual del primer any del projecte) respecte del primer cas, la Plaça Lesseps, degut als problemes presentats per a la presa de dades (per trobar-se en obres), es va plantejar com a possibilitat alternativa, el Parc Güell, però no es va aconseguir l'autorització, per la qual cosa, es va decidir, per tractar-se d'un àmbit urbà, per la seva importància per a la ciutat i per les seves complexitats d'accés i recorreguts, amb condicions específiques, per les seves pendents i per la presència de zones verdes i arbrades, la utilització d'un **àmbit d'accés al Castell de Montjuïc** (imatge 1) i pel que fa al segon cas, el **Fossar de les moreres** (imatge 2) es va verificar la seva validesa, però es va plantejar un abast més ampli amb un **recorregut des de la Plaça de l'Àngel, el carrer Marques d'Argenteria, el Passeig del Born i el Mercat** (imatge 3).



Imatge 1. Cas nou



Imatge 2. Cas inicial



Imatge 3. Cas ampliat amb recorregut urbà

És important indicar que el projecte es va desenvolupar, en general, en base al pla de treball previst, però aquest canvi de cas d'estudi descrit i el retard en la resposta

(finalment negativa) de la sol·licitud d'utilització del Parc Güell va afectar el cronograma de les visites a terreny per a la pressa de dades, les quals pel que fa al segon cas es van haver de realitzar totes concentrades a la segona anualitat, situació que va endarrerir part de les tasques tècniques posteriors.

En tot cas, malgrat el endarreriment explicat en l'etapa de pressa de dades, el projecte ha finalitzat en els temps de la pròrroga sol·licitada i en el seu transcurs es van desenvolupar, amb més o menys grau d'evolució, gairebé la totalitat de les tasques previstes.

Una de les tasques centrals ha estat l'elaboració de la **web específica del projecte** (<http://www-cpsv.upc.es/RECERCAIXA>), la explicació detallada de la qual es desenvolupa a l'apartat 5 d'aquest document, i que ha tingut dues finalitats bàsiques:

- La primera, pel fet de contenir tota la informació bàsica del projecte, la de **servir com a mitja de difusió general continuo** del treball, i
- La segona, ser el **suport per a l'eina on-line de càlcul de rutes òptimes pels dos casos d'estudi** (prototips) del treball desenvolupament durant el transcurs del projecte.

Dues imatges de la Web es presenten a l'annex 1.1 d'aquesta memòria.

Durant el projecte **s'ha desenvolupat la metodologia d'anàlisi de l'accessibilitat i càlcul de rutes òptimes** que s'explicarà en detall a l'apartat següent i com a resultat d'aquesta **s'han implementat els dos productes que s'havien plantejat** inicialment:

- D'una banda **la plataforma web** d'escriptori mitjançant la qual, qualsevol usuari a distància pot obtenir informació de les rutes òptimes pels dos casos d'estudi, així com informació addicional disponible en cada cas, i
- **L'App**, que està disponible pel *sistema Android* i que es pot descarregar directament des de la web pel projecte.

En tot dos cassos s'ha treballat en base a característiques específiques per a tres tipus d'usuaris; **vianants** (persones sense graus de discapacitat motora o graus molt mínims), **amb discapacitat** (persones amb graus de discapacitat mòbil, gent gran, mares amb cotxes de nadons, etc.) i **amb cadira de rodes**. I per tots aquest s'han incorporat els paràmetres de grau de dificultat, proximitat o llunyania als elements, en base a criteris prèviament coneguts en base als treballs conjunts del CPSV, amb la doctora **Consuelo Del Moral Ávila** (també investigadora del projecte) amb la qual es van discutir, mitjançant reunions on-line, criteris d'adaptació dels conceptes d'objectes facilitadors, no facilitadors i obstacles, valors que finalment es van incorporar als elements del model 3D per poder fer el càlcul en base a una formulació automàtica, definint un punt de partida qualsevol i una sèrie de destinacions. Per exemple pel cas d'Argenteria-Born, el propi mercat, Santa Maria del Mar, el Fossar de les Moreres, el Metro, etc. Una de les proves de validació de l'eina es va realitzar justament amb la participació de la professora Del Moral en la setmana final del projecte, durant el viatge que va realitzar a Barcelona, amb la finalitat de verificar els processos de càlcul implementats i de provar in situ l'App desenvolupada.

Aquesta eina d'avaluació i càlcul i la seva implementació en Web i App, totes dues disponibles on-line, són de gran utilitat per facilita l'accés i enteniment a totes les persones que visitin (per ara) els dos cassos que s'han treballat com a prototipus, però

amb la possibilitat d'ampliar aquests de manera senzilla, considerant que com a resultat del projecte, s'ha desenvolupat la metodologia que permetrà exportar els criteris de càlcul de manera gairebé automàtica als possibles àmbits futurs que es vulguin desenvolupar.

Un dels aspectes que s'ha de destacar des de la perspectiva dels avenços obtinguts en el desenvolupament del projecte **ha estat la possibilitat de realitzar el càlcul de l'avaluació de l'accessibilitat des de qualsevol punt dels àmbits de treball i no només en base a rutes prèviament definides**, que era el que s'havia fet en projectes previs des del CPSV. Sent així, les aplicacions son d'utilitat real pels usuaris de tots dos espais, no només des de punts específics (restrictius), sinó en tot l'àmbit i des de qualsevol localització en cadascun dels.

En tot cas, es pot deduir d'aquests tres "tipus d'usuari" prèviament explicats, que no s'han considerat a les persones amb discapacitats visuals, però s'ha treballat en criteris per a la seva incorporació i s'han avaluat mètodes per incorporar la informació en aquest casos. En aquest sentit, per exemple va ser de gran utilitat la reunió mantinguda a Viena per tres membres de l'equip de treball (Josep Roca, Blanca Arellano i Rolando Biere) amb el Dipl. Ing. **Wolfgang W. Wasserburger**, investigador i desenvolupador de solucions tècniques i Apps de suport, que des de la seva empresa i com a membre del **Central European Institute of Technology Research Network, CEIT RN**, ha treballat en temes d'aquest tipus i que va explicar experiències d'incorporació de informació obtinguda de persones amb discapacitat visual, mitjançant la gravació de les seves experiències i reacció a problemes en entorns reals i la reproducció d'aquestes respostes en dispositius de suport sonor. Amb aquesta consideració es clar que hi ha una línia oberta de desenvolupament futur, basada en la utilització de informació sonora afegida a les eines de càlcul, que permetin altra manera de percebre i gaudir del espai a les persones amb discapacitats visuals.

També s'ha de destacar que s'ha aconseguit un primer producte que permet millorar certs aspectes des de la perspectiva de la informació i el suport a l'accés universal al espai públic, però es clar es que encara queda camí per recórrer des de la perspectiva de millorar els aspectes de localització in situ dels dispositius mòbils, de manera que aquest tipus de productes puguin ser realment massius i d'ús comú i amb un nivell de precisió amb graus d'exactitud molt més alts que els actuals i que aquest tipus d'Apps puguin ser part d'una sèrie de serveis, disponibles en el marc de les Smart Cities per a les persones. En aquest sentit i de cara a noves propostes futures també va ser important la reunió mantinguda (en el mateix viatge que a Viena) amb el **Dr. Rudolf Giffinger**, full professor del **Departament de Desenvolupament Territorial, Infraestructures i Planificació Ambiental** de la **Technische Universität Wien**, en la seva qualitat de membre de projecte European Smart Cities (Medium-Sized Cities) que entre d'altre tòpics considera el desenvolupament d'aplicacions útils per la vida quotidiana dels ciutadans.

3. Memòria i resultats

Com ja s'ha indicat prèviament, en termes generals **el projecte es va desenvolupar segons del pla d'etapes presentat a la memòria inicial**, complint amb les etapes de les

dues anualitats i la pròrroga sol·licitada, ***tot i que s'han produït modificacions menors*** respecte del seu calendari i dels casos d'estudi.

La principal novetat del projecte des d'una perspectiva científica, es pot considerar la integració de metodologies de d'anàlisi de la realitat, amb la finalitat d'aconseguir millores en l'accés a la informació d'accessibilitat i d'informació afegida del espai urbà i en últim terme el ***càlcul de les rutes òptimes pel millor desplaçament als entorns estudiats***. Per a la realització d'aquests càlculs ha estat necessari, prèviament, el ***desenvolupament d'una metodologia integral per a l'avaluació de l'accessibilitat dels entorns i de generació d'informació afegida***, la qual ha partit dels núvols de punts per a generar els models 3D, i que posteriorment ha requerit de la identificació i classificació en grups independents dels diferents elements existents (sols, mobiliaris, arbres, etc.), amb la finalitat de poder carregar-los d'informació, assignant a cada píxel valors específics (0, 1, etc.) en funció de característiques de dificultat d'accessibilitat per cadascun dels tres tipus d'usuaris seleccionats. Finalment, una vegada carregada tota la informació es desenvolupa la formula pel càlcul de les rutes.

La novetat d'aquesta metodologia respecte d'altres desenvolupades i utilitzades prèviament al CPSV, es que ***no requereix d'un dibuix previ de rutes redefinides***, en format vectorial, sinó que ***les resultants son efectivament les rutes òptimes calculades*** en base a tota la informació afegida cada píxel del model.

La principal aportació aconseguida pel projecte és el ***desenvolupament de l'eina d'avaluació del grau d'accessibilitat i de càlcul rutes òptimes*** per a usuaris amb diversitat funcional (en base a tres tipus pre-definits) i la seva incorporació en un sistema integral disponible per a dispositius mòbils i continguts i serveis que es poden descarregar in situ i també de forma remota via Web.

Pel que fa al ***desenvolupament del projecte***.

La ***Fase 0: gestió i coordinació***, s'ha desenvolupat correctament i l'equip ha mantingut reunions periòdiques de coordinació de les tasques, en les que es presentaven els avenços específics, es discutien les possibles solucions als problemes produïts i es prenen les decisions de com continuar el treball.

La ***Fase 1: diagnòstic, aplicabilitats i especificació global***, segons es va indicar a la memòria tenia com a finalitat l'anàlisi previ i l'especificació dels requeriments del sistema.

La primera de les definicions en aquest sentit era el ***replantejament dels casos d'estudi inicials i la identificació del casos més adients***, que poguessin millorar els resultats finals. Com s'ha explicat a l'apartat anterior es va haver de canviar el cas de la Plaça Lesseps per un àmbit d'accés al Castell de Montjuïc (imatge 1) i es va prendre la decisió d'ampliar l'abast del cas del Fossar de les moreres (imatge 2) per un recorregut des de la Plaça de l'Àngel, el carrer Marques d'Argenteria, el Passeig del Born i el Mercat (imatge 3).

Així mateix, a efectes de **diagnosticar les necessitats específiques**, durant el primer any, es van desenvolupar les activitats per identificar, analitzar i definir els requeriments dels usuaris i els criteris d'avaluació de les necessitats i característiques d'accessibilitat. En base a aquest últim es desenvoluparà posteriorment l'assignació de valors de ponderació d'accessibilitat, a cada píxel del model 3D, per a cada tipus d'usuari.

Pel que fa a la **Fase 2: presa de dades i post procés als entorns d'estudi**, és la que va presentar un lleu endarreriment, que va incidir en la resta, bàsicament per la decisió de canvi del cas de la Plaça Lesseps que, pel fet de trobar-se en obres, no permetia la pressa de dades. Com ja es va explicar, en substitució d'aquesta s'havia proposat el cas del Parc Güell, però com no es va obtenir l'autorització per escanejar-lo, es va decidir un altre cas, concretament un **àmbit d'accés al Castell de Montjuïc**, considerant que es un àmbit urbà, la seva importància per a la ciutat i les seves complexitats d'accés i recorreguts, les seves pendents i la presència de zones verdes i arbrades. En tot cas, prèviament a aquesta decisió es van valorar altres tres casos que es van descartar.

S'ha realitzat un aixecament dels àmbits d'estudi mitjançant la tecnologia de l'escanejat làser terrestre que ha permès documentar les preexistències d'ambdós emplaçaments. Per tal de poder treballar posteriorment amb GNSS (Global Navigations Satellite Systems) s'ha hagut de geo-referenciar la informació mitjançant punts de control. Aquesta tecnologia va permetre obtenir un núvol de punts que conté informació de les coordenades X, Y i Z de cadascun; la intensitat, en funció de la reflectància del material; el color RGB (Red, Green and Blue); i la normal, les coordenades del vector normal al pla que forma un punt amb els seus veïns.

El registre de les posicions d'escaneig del primer cas, es va realitzar a partir de l'anàlisi espacial de l'àmbit per que quedi coberta la totalitat de l'espai de circulació. Es va decidir una separació aproximada entre posicions d'uns 15 M, i l'alineació dels escàners es va establir de manera que el nivell de carrer, les voreres, el mobiliari urbà i les façanes de contorn quedin tots registrats. Les jornades de realització d'escàner làser terrestre (quatre dies) es van concebre per donar cobertura als recorreguts compresos entre els punts esmentats connectant-los a través de carrers d'Argenteria i Passeig del Born.

Per la seva part, durant el segon any per realitzar el registre de posicions del Monjuïc, per les complexitats com per exemple les seves pendents, es van haver de considerar altres variables. La distància entre les posicions no va poder ser la mateixa en tots els casos (havent-se d'apropar fins als 5 M de separació en certs punts), l'alineació també va haver de respondre a paràmetres diferents, etc.

Tant en el cas del Born, com en el de Montjuïc, tot i la programació de les posicions del escàner per obtenir un model complert, sense vuits i sense errors, s'ha hagut de fer una vista per prendre posicions addicionals per corregir petites errades dels models.

Una vegada finalitzat el treball de presa de dades, es va iniciar el post procés, la particularitat i novetat del qual radica en que, una vegada finalitzat el modelat 3D de cada el cas (havent-se netejat, depurat, corregit, etc.) es va començar el treball de generació del

MDT. A partir del núvol de punts obtingut mitjançant l'escanejat es va classificar el pla del terra mitjançant l'algorisme RANSAC (Random Sample Consensus), on el pla major coincideix amb el paviment, i la resta són possibles obstacles en la circulació.

En una primera etapa es va fer un mallat de les rutes, per treballar l'avaluació de l'accessibilitat, sobre format vectorial, però posteriorment es va decidir que aquestes devien obtenir-se directament de les característiques de cada terreny i considerant les seves particularitats, mobiliaris, arbres, etc.

Respecte de la **Fase 3: desenvolupament de l'eina d'avaluació d'entorns urbans**, es va començar a treballar paral·lelament amb la generació de dades de la fase anterior. I de fet bona part dels valors d'avaluació i càlcul es van incorporar als píxels del models 3D, a partir d'una etapa avançada del post procés realitzada en aquesta etapa i que va consistir en identificar els elements i separar-los en diferents models, als que posteriorment se li van afegir el valors per a les ponderacions.

En una primera etapa es van fer proves amb diferents softwares i es va començar el procés de generació d'informació processada del TLS per introduir-la a les rutes en SIG, a la vegada que es treballava en el disseny del mòdul de rutes òptimes. Però finalment es va treballar sobre el MDT de cada cas, però avaluant les rutes òptimes sense necessitat de generar-les prèviament en format vectorial, ja que mitjançant la identificació dels elements per separat, de la definició de valors per a les pendents, de la identificació dels obstacles i assignant valors les rutes s'obtidran de manera automàtica, derivades d'un càlcul, que consideri tots els punts del model i no només unes rutes prèviament definides.

Per tal de poder introduir els núvols de punts a un GIS (Geographic information System), s'han hagut de transformar a format LAS, utilitzat per emmagatzemar dades LIDAR aèries. Un cop incorporats al sistema, s'han rasteritzat els núvols de punts del terra, re classificant-lo en funció dels pendents, i el núvol de punts dels obstacles classificant-los entre positius i negatius, en funció de si facilitant la mobilitat o la dificulten.

Comparant la diferència de cota entre ambdues capes ráster (paviment i obstacles) s'ha obtingut l'alçada dels diferents obstacles, quedant-se únicament amb aquells que afecten als usuaris (inferiors a 2m). Amb l'objectiu de poder calcular la ruta òptima s'han ponderat la usabilitat dels diferents paviments establint pesos (més alt com més dificultat) en funció dels usuaris estudiats. Així s'ha establert un pes per a pendents suaus de fins el 6%, pendents mitges fins el 12%, pendents altes fins el 18% i escales (pendents entre el 45% i el 100%).

Pel què fa als obstacles, els pesos s'han establert en funció de la distància. Així com més a prop d'obstacles positius s'ha assignat un pes menor, i com més a prop d'obstacles negatius un de major. Finalment ponderant els pesos obtinguts (pendents, obstacles positius i obstacles negatius) s'ha obtingut uns pesos resultants per a cadascun dels usuaris, que han permès obtenir la direcció que s'ha de seguir des de qualsevol punt per tal de seguir la ruta òptima fins als diferents destins establerts.

Es important destacar en aquest punt que el treball de càlcul de les rutes òptimes, diferenciades pel tres tipus d'usuaris indicats (vianants, amb discapacitat i amb cadira de rodes), es pot realitzar de manera automàtica com a conseqüència directa del procés previ d'assignació de valors a cadascun dels píxels que conformen el MDT, en base als quals es poden calcular aquestes rutes òptimes.

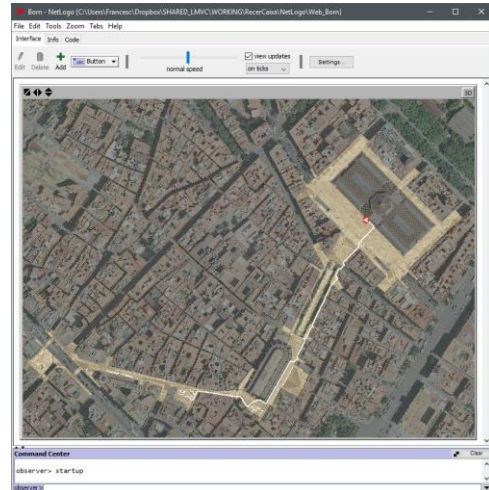
La **Fase 4: disseny del Sistema Integrat**, l'objectiu de la qual era desenvolupar el disseny del sistema integrat d'intel·ligència ambiental es va treballar de manera integrada amb la **Fase 5: desenvolupament de solucions tecnològiques**, la qual es va començar amb un cert retard, però que en la seva etapa final (inclòs el període de pròrroga sol·licitat) es va finalitzar amb l'elaboració de la plataforma web i de l'App.

Pel que fa a la **plataforma web**, el seu disseny es va definir en base als requeriments bàsics de definició d'usuaris, segons els tipus preestablerts i d'identificació del punt de destí escollit (com es mostra a la imatge 2 de Annex 1.1), donat l'opció que el punt d'origen sigui qualsevol dintre de cada cas. Per a aconseguir això es requereix poder representar (dibuixar) les traces corresponents a les rutes, partint d'un punt qualsevol (no definit prèviament) dins l'àmbit d'estudi, seguint les instruccions generades per l'eina de càlcul de rutes òptimes, es va fer un prototip previ de treball fent servir en el llenguatge NetLogo (Imatge 4), desenvolupat a la Northwestern University, especialitzat en Models Basats en Agents. El resultat d'aquest podia ser executat en web dins un "applet" Java, però tenint en compte els riscos de seguretat, la decreixent difusió del plug-in (no disponible en plataformes mòbils), i la lentitud de l'execució, es va decidir re-escriure el programa fent servir tecnologies web multi plataforma més modernes (Javascript i HTML5), capaces de córrer en els navegadors més recents en diferents sistemes operatius, així com en dispositius mòbils, sense la necessitat de personalitzar les característiques específiques dels diferents navegadors.

El resultat final per visualitzar les rutes a la **plataforma web** (escriptori) es va desenvolupar en el llenguatge Processing 3.0 (desenvolupat al Massachussets Institute of Technology). Aquest llenguatge utilitza la Màquina Virtual Java, i facilita enormement la creació d'aplicacions en temps real. Un cop re-implementada la funcionalitat del prototip NetLogo a partir del desenvolupament d'una classe que n'encapsulava les propietats i mètodes necessaris, utilitzant la biblioteca processing.js es recopila el codi a Javascript dins el navegador i es mostra el resultat en un element "canvas" de HTML5, on es dibuixen els gràfics i es produeix la interacció, amb el ratolí o amb la pantalla tàtil, segons el dispositiu (Imatge 5). En síntesi, amb aquest procediment, s'aconsegueix que havent definit el tipus d'usuari i el punt de destí, al moment de clicar qualsevol punt de partida aleatori, es generi de manera immediata la ruta òptima per a cada cas.



Imatge 4. Aplicació NetLogo (Java)



Imatge 5. Visualització del HTML5

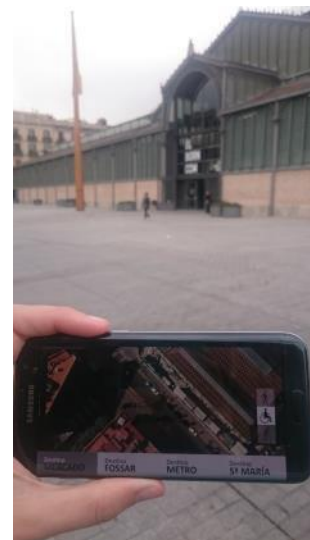
Pel que fa a ***l'App***, es va decidir treballar sobre la base d'ell ***plugin Maps Online*** (<http://u3d.as/5YI>), desenvolupat per Unity Technologies, que permet afegir mapes interactius (com Google Maps i Google Earth) a les aplicacions que es dissenyin per al Sistema Android i que s'ha fet servir com a base per a la localització en GPS de l'App per les rutes, desenvolupada per a dispositius mòbils. Els criteris aplicats pel seu desenvolupament han estat els mateixos que per la plataforma web, considerant els tres tipus d'usuaris i les destinacions. En tot cas és important indicar que des de la web del projecte es pot descarregar l'arxiu executable de l'App, però que s'ha donat l'opció fent servir el GPS del dispositiu mòbil o sense fer-lo servir.



Imatge 7. Vianant. Sta. Maria



Imatge 8. Discapacitat. Fossar



Imatge 9. Cadira de rodes. Born

La ***Fase 6: Proves Pilot, difusió i explotació***, s'ha desenvolupat, com s'indicava a la memòria, en dos temps diferents, pel que fa a la difusió s'han desenvolupat diverses activitats i tasques durant tot es temps del projecte, les que es descriuen en detall a l'apartat 3 d'aquest document.

Per la seva banda, pel que respecte a les tasques relacionades amb la validació, una vegada desenvolupades l'eina web i l'App es van realitzar proves in situ, per avaluar la efectivitat d'aquesta última, com se mostra a les imatges anteriors.

Així mateix el viatge de treball, durant l'última setmana del projecte, de la professora **Consuelo Del Moral Ávila**, investigadora de la Universidad de Granada membre de l'equip del projecte va consistir en una reunió de presentació dels criteris d'assignació de valors als elements urbans en el procés de classificació, pel posterior càlcul de les rutes i per realitzar una d'aquestes proves de validació de les dues eines.

Finalment, a les reunions mantingudes a Viena, també al finalitzar el projecte, es van realitzar tasques de difusió en tots dos casos (segons s'explica a l'aparat següent) i també de validació amb el **Dipl. Ing. Wolfgang W. Wasserburger**, pel que far a demostració de l'eina i discussió de com integrar informació addicional per a persones amb discapacitats auditives (com es detalla a l'apartat 5).

4. Altres qüestions

Com s'ha explicat breument als apartats anteriors, una de les tasques de caràcter general del projecte ha estat la de l'elaboració de la seva web (<http://www.cpsv.upc.es/RECERCAIXA>), pensada no només com a un mitjà de difusió general, sinó també com la base per contenir l'eina on-line de càlcul de rutes òptimes.

Aquesta s'ha dissenyat amb una estructura d'apartats específics i a més del seu disseny, s'ha treballat en la seva elaboració, manteniment i actualització.

Com es pot veure s'ha treballat amb els apartats següents:

- **Presentació.** En aquest apartat s'han incorporat les dades bàsiques del projecte, convocatòria, equip, etc.
- **Continguts.** En aquest es presenten els objectius, metodologia, etc. Així com les principals fites del projecte.
- **Resultats.** En aquest apartat, desenvolupat en l'etapa final, s'han incorporat els dos resultats principals:
 - L'eina web (d'escriptori), per al càlcul de rutes òptimes
 - I els links de descàrrega de l'App desenvolupada.

A més aquí s'explica breument el que s'ha aconseguit amb el projecte i en els casos que correspon (com el de l'eina de càlcul de rutes òptimes), s'inclouen els vincles directes als prototips.

- **Documents.** Aquí s'han incorporat documents de treball produïts durant el projecte, així com la bibliografia de referència.
- **Notícies.** En aquest s'han incorporat qüestions d'interès específic per al projecte, les que han estat actualitzades de manera permanent.
- **Enllaços.** Aquí s'han incorporat com links d'interès, institucions nacionals i estrangeres contactades, que treballen temes afins al projecte.

El detall sintètic d'aquest treball d'actualització de la web és el següent:

- Realització de l'actualització dels avenços més rellevants del projecte, a l'apartat Continguts.
- Ocupar-se de mantenir al dia la documentació a la pestanya Documents.
- Realitzar recerques d'activitats, seminaris, congressos i altres diverses en què es tractin els temes d'interès del projecte, per l'actualització de l'apartat de Notícies i així mateix mantenir al dia les notícies de les reunions de seguiment tècnic del projecte.
- Realitzar recerques sobre institucions o organismes nacionals i internacionals relacionats amb els temes del projecte, i inserir informació i els vincles de cadascuna en l'apartat Enllaços.